Regionale Unterschiede in der Schwanzfärbung von *Sciurus vulgaris* L., 1758[1]

Von H. Wiltafsky

Aus dem Zoologischen Institut der Universität Köln, Lehrstuhl für experimentelle Morphologie

Eingang des Ms. 3. 9. 1976

Einleitung

Eines der auffälligsten Merkmale unserer einheimischen Eichhörnchen ist der Polymorphismus. In ein und derselben Population treten nebeneinander unterschiedlich gefärbte Exemplare auf. Die Farbe kann dabei vom hellsten Rot bis zum tiefsten Schwarz variieren.

Verschiedene Autoren haben sich mit der Frage beschäftigt, ob die Färbung von Umweltfaktoren abhängig ist. Nach den Ergebnissen von Lühring (1928), Zawidzka (1958) und Markov (1961) ist das Vorkommen dunkler Tiere an das Gebirge gebunden. Zawidzka und Markov stellen außerdem fest, daß mit zunehmender Niederschlagsmenge die Fellfärbung dunkler wird. Markov findet eine Abhängigkeit von der Jahresmitteltemperatur.

Nach Cavazza (1913) und Flik (1964) besteht dagegen überhaupt kein Zusammenhang zwischen Fellfärbung und Umweltfaktoren. Andere Autoren (Zawidzka 1958; Voipio 1957; Valverde 1967; Sidorowicz 1971) nehmen an, daß nicht Klimabedingungen für das Auftreten bestimmter Farbtypen ausschlaggebend sind, sondern der Biotop.

Alle bisherigen Feststellungen beziehen sich auf regional begrenztes Material. Nicht die gesamte Farbverteilung, sondern der Anteil dunkler Tiere wurde zur Bewertung der lokalen Fellfarbe verwendet. Dabei war die Abgrenzung dunkler Tiere subjektiv.

Ziel dieser Arbeit ist es, die Farbvariation mit Hilfe meßbarer Farbwerte an einem großen Material aus einem weiten Bereich zu erfassen und auf Abhängigkeit von Klimafaktoren zu überprüfen. Das Material wird dabei so gruppiert, daß einerseits regionale Unterschiede in der Häufigkeit des Auftretens bestimmter Färbungstypen erfaßt werden können und andererseits die Frage untersucht werden kann, ob innerhalb eines Färbungstyps regionale Unterschiede in der Farbausprägung bestehen. Um den Vergleich mit den Ergebnissen anderer Autoren zu erleichtern, wird das Material anhand der Pigmentierung des Einzelhaares klassifiziert und der Anteil bestimmter Färbungstypen für die einzelnen Stichproben aufgeführt.

Das Bestreben, für die Untersuchung ein möglichst umfangreiches Material zur Verfügung zu haben, führte zur Berücksichtigung des Schwanzhaares. Eichhörnchen wechseln das Schwanzhaar nur einmal im Jahr, während das Körperfell einem Frühjahrs- und Herbsthaarwechsel unterliegt. Im Verlauf des Jahres bleibt die Schwanzfärbung konstant (Wiltafsky 1973). Rückschlüsse von der Schwanz- auf

[1] Unterstützt mit Mitteln der VW-Stiftung.

Z. Säugetierkunde 42 (1977) 133—144

ISSN 0044—3468/ASTM-Coden ZSAEA 7

die Rückenfärbung sind möglich, da beide in der Regel korreliert sind. Abweichungen kommen jedoch vor und können in verschiedenen Gebieten recht unterschiedliche Häufigkeiten erreichen.

Material und Methode

Die Bälge, die dieser Untersuchung zugrunde liegen, wurden aus verschiedenen Sammlungen (Wiltafsky 1973) entliehen. Allen Sammlungsleitern bin ich für die Überlassung des Materials zu Dank verpflichtet.

Zur Beschreibung der Farbe wurden mit Hilfe eines Elrepho-Gerätes (lichtelektrisches Remissionsphotometer) Messungen durchgeführt. Bei der Auswertung werden zwei Farbwerte berücksichtigt, nämlich die Helligkeit (= Leuchtdichte) und die Sättigung (= spektrale Farbdichte), die nach Lubnow und Niethammer (1964) zur Kennzeichnung von Melaninfarben genügen, da bei Melaninmessungen der dritte Farbwert, die farbtongleiche Wellenlänge, nur unwesentlich variiert. Die theoretischen Grundlagen für die Farbmessungen mit diesem Gerät hat Kniprath (1967) zusammenfassend dargelegt.

Um vergleichbare Resultate zu erhalten, wurde das Gerät jedesmal mit Hilfe von Kontrollbälgen auf Reproduktionsgenauigkeit überprüft, ehe eine neue Serie bearbeitet wurde. Gemessen wurde auf der Oberseite in Schwanzmitte: Der Meßpunkt liegt auf der Medianen. Schwänze, die sich im Haarwechsel befinden, blieben unberücksichtigt. Insgesamt konnten 2362 Bälge bearbeitet werden. Die Fundorte, von denen das Material stammt, verteilen sich über ganz Europa bis zum 30. Längengrad.

Bei der Zusammenfassung des Materials zu größeren Gruppen bildeten die verschiedenen Fellmerkmale wie Fußfärbung, Schwanzfärbung, Verteilung der Agutihaare im Rückenfell, Grenzsaum, Ausdehnung der Weißzone, Krallenfärbung die Zuweisungskriterien. Für alle Fellmerkmale wurden Klassen definiert (Wiltafsky 1973), denen die einzelnen Bälge zugeordnet wurden. Damit war es möglich, für jede Stichprobe die Häufigkeitsverteilungen für die verschiedenen Fellmerkmale zu ermitteln. Bei der Zusammenfassung des Materials wurden zunächst für vorhandene Serien die Häufigkeitsverteilungen für die Fellmerkmale ermittelt und kartiert. Anschließend wurden die Fellmerkmale von Einzelfunden aus der Nachbarschaft von einer Serie daraufhin überprüft, ob sie den für diese Serie ermittelten Häufigkeitsverteilungen entsprachen. Traf dies zu, so wurden die Einzelfunde der Serie hinzugefügt. War das Material der benachbarten Fundorte untereinander ähnlich, im Vergleich mit der Serie jedoch unterschiedlich, so wurde es zu einer neuen Gruppe vereint, die von der Serie getrennt blieb.

Für die so entstandenen 86 Gruppen wurden die Mittelwerte berechnet und kartiert. Die Wiedergabe des Ergebnisses für die Sättigungswerte erübrigt sich, da es demjenigen der Helligkeitswerte entspricht (Wiltafsky 1973). Die Korrelationsrechnung ergibt für die Beziehung zwischen Helligkeits- und Sättigungswerten einen sehr gut gesicherten Korrelationskoeffizienten ($r = 0{,}687$, $P < 0{,}001$).

Voraussetzung für die Untersuchung eines bestimmten Farbtyps auf regionale Unterschiede in der Farbausprägung ist eine einwandfreie Klassifizierung der Exemplare nach Farbtypen. Um dies zu erreichen, wurden die Schwanzhaare im gleichen Meßpunkt, in dem auch die Farbwerte ermittelt wurden (Schwanzmitte, Oberseite), mit Hilfe eines Binokulares

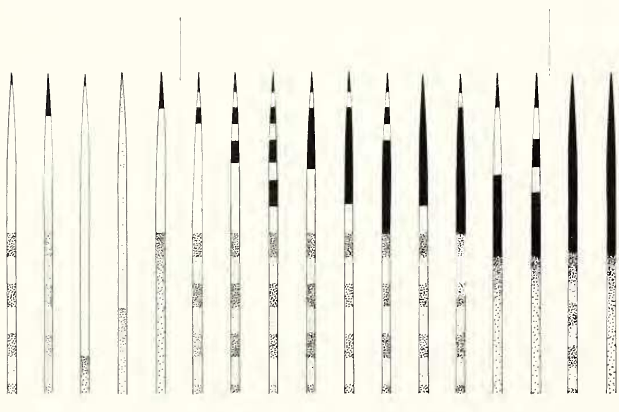


Abb. 1. Schemata zur Klassifizierung der Schwanzhaartypen (nach Lühring). Schwarz pigmentierte Haarabschnitte sind schwarz, gelb pigmentierte sind weiß dargestellt. Die basalen Haarabschnitte, in denen stark pigmentierte Zonen mit schwach pigmentierten wechseln, führen kaum gelbes Pigment und wirken grau

durchgemustert und klassifiziert. Die Klassifizierung erfolgte durch den Vergleich mit Schemazeichnungen, die unter den von Lühring (1928) aufgeführten Schwanzhaartypen ausgewählt wurden (Abb. 1).

Schwänze, in denen ausschließlich Haare des Typs 1, 3, 17, 24 oder 19 auftreten, sehen rot aus und werden als „rote Schwänze" bezeichnet. Dabei ist es gleichgültig, ob ausschließlich Haare des Typs 1 auftreten oder ob Haare des Typs 1 nur vorherrschen und die Haartypen 3, 17, 24, 19 mit unterschiedlichen Häufigkeiten auch noch im selben Schwanz festzustellen sind. Der rote Eindruck bleibt ungestört.

Schwänze, die ausschließlich von Haaren der Typen 5 und (oder) 23 gebildet werden, wirken schwarz und werden als „schwarze Schwänze" bezeichnet.

Treten außer den erwähnten Haartypen noch andere Haare auf (Abb. 1), so ergeben sich „gemischte Schwänze". Der Farbeindruck solcher gemischter Schwänze kann je nach Kombination und Mischungsverhältnis der Haare von Rot bis Schwarz reichen. Herrschen Haare der Typen 6, 8, 11 oder 14 vor, so wirken die Schwänze braun.

Für die Überprüfung auf regionale Unterschiede in der Farbausprägung wurden die für rote Schwänze ermittelten Werte herangezogen. Aus jeder der 86 Gruppen wurden alle nicht rotschwänzigen Exemplare entfernt. Gruppen mit weniger als drei Exemplaren blieben unberücksichtigt. Für die Auswertung verblieben immerhin noch 51 Gruppen, die sich aus 935 Exemplaren zusammensetzten (Tab. 15, Wiltafsky 1973). Für diese Gruppen wurden die Mittelwerte bestimmt und kartiert.

Die Prüfung auf Korrelation zwischen der Helligkeit und der Sättigung ergab bei diesen Werten keinen gesicherten Korrelationskoeffizienten: $r = 0{,}254$. Die Kartierung der Sättigungswerte zeigte jedoch im Vergleich zu den Helligkeitswerten nur für Skandinavien einen unterschiedlichen Isophänenverlauf (Wiltafsky 1973). Auf eine Wiedergabe wird deshalb hier verzichtet.

Der Zusammenhang zwischen den Farbwerten und der Jahresmitteltemperatur sowie der durchschnittlichen jährlichen Niederschlagsmenge wurde mit Hilfe der Korrelationsrechnung geprüft. Die hierzu erforderlichen Daten sind der „Klimakunde des Deutschen Reichs, Band II, Tabellen" und dem „Klimadiagramm-Weltatlas" entnommen. Außer den hier erwähnten Klimafaktoren wurden ursprünglich noch weitere berücksichtigt (Wiltafsky 1973). Zusätzliche Erkenntnisse ließen sich jedoch aus den Ergebnissen nicht gewinnen.

Ergebnis der Kartierung der Farbwerte

1. Bei Berücksichtigung sämtlicher Färbungstypen

Werden die Mittelwerte für die 86 Gruppen verglichen, so ergeben sich klare Unterschiede: Die Helligkeitswerte schwanken zwischen den Werten 2,4 (Sila-Gebirge/Süditalien) und 7,7 (Pasvig/Nordfinnland)[2]. Die Kartierung der Mittelwerte und die Eintragung der Isophänen führt zu folgendem Ergebnis (Abb. 2):

Die niedrigsten Werte sind in Südnorwegen, den Alpen, in Süditalien und Jugoslawien festzustellen, die höchsten Werte in Finnland und im Tiefland zwischen Weichsel und Njemen. Zwischen den Gebieten mit niedrigen und denjenigen Gebieten mit hohen Werten bestehen Größengradienten. So nimmt die Höhe der Helligkeitswerte von den Alpen zur Ostsee hin und von Südnorwegen nach Finnland stetig zu. Es ist eine von Südwesten nach Nordosten gerichtete Helligkeitsprogression zu beobachten.

Sprunghafte Änderungen in der Höhe der Werte, die sich nicht in das allgemeine Schema einfügen, treten nur in Dänemark (Fünen und Bornholm) und in Niederösterreich auf.

2. Bei Berücksichtigung roter Schwänze

Die Beschränkung auf rein rote Schwänze führt dazu, daß sich die Anzahl der Gruppen auf 51 reduziert. Sie entfallen im wesentlichen auf das Gebiet zwischen Rhein, Weichsel und Alpen (Abb. 3).

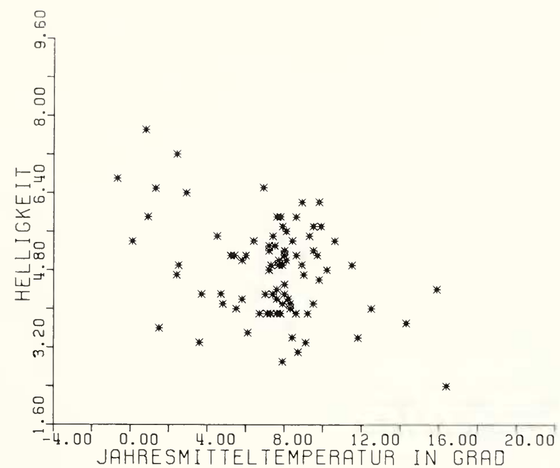
[2] Meßgenauigkeit bei Helligkeitswerten: 0,3 (Wiltafsky 1973).



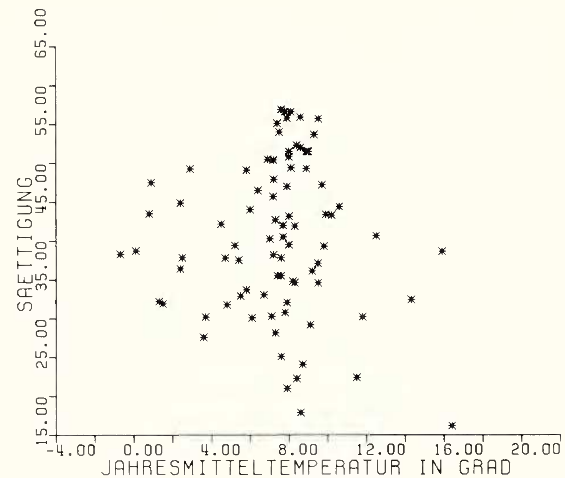
Abb. 2. Variation der Helligkeitswerte bei Berücksichtigung sämtlicher Färbungstypen. Die Höhe der Werte nimmt von SW nach NO zu



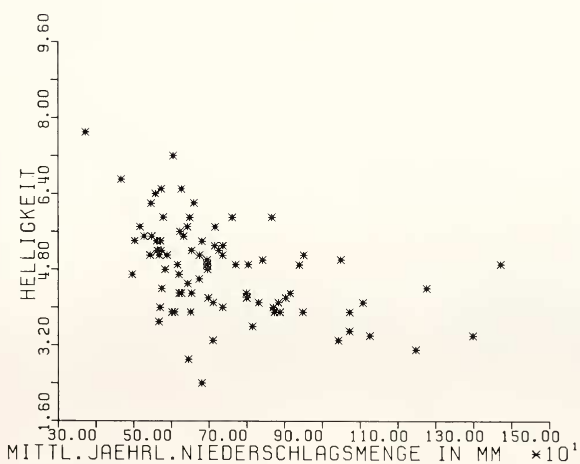
Abb. 3. Variation der Helligkeitswerte bei Berücksichtigung roter Schwänze. Die Höhe der Werte nimmt von NW nach SO zu



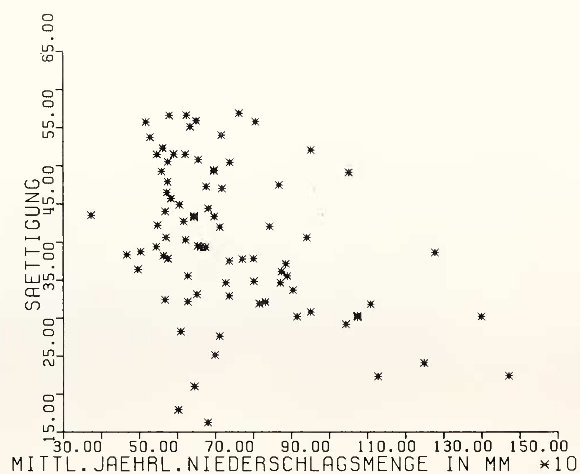
4 a



4 b

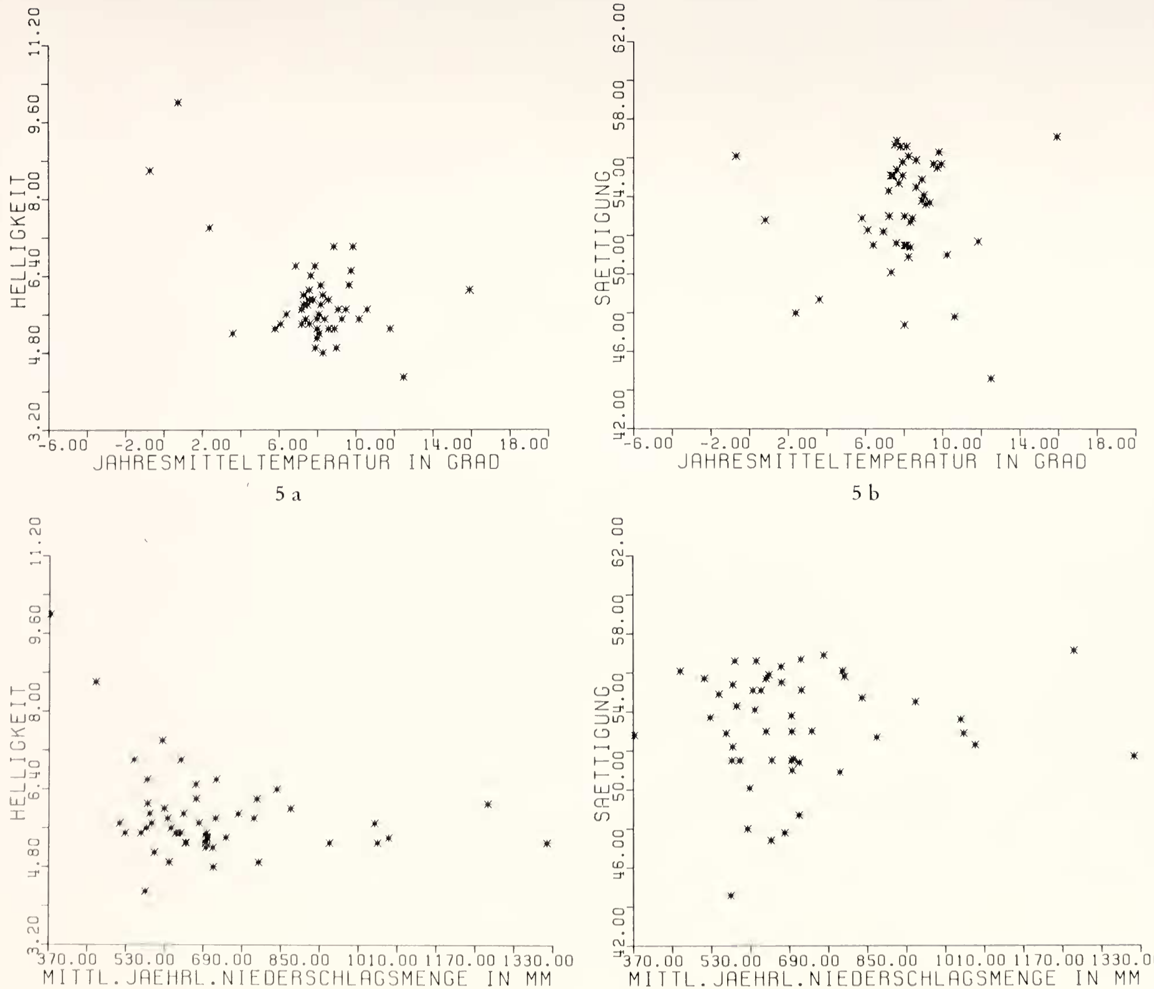


4 c



4 d

Abb. 4 a—d. Beziehungen zwischen den Klimafaktoren und den Farbwerten bei Berücksichtigung sämtlicher Färbungstypen



5 a 5 b 5 d 5 c

Abb. 5 a—d. Beziehungen zwischen den Klimafaktoren und den Farbwerten bei Berücksichtigung roter Schwänze

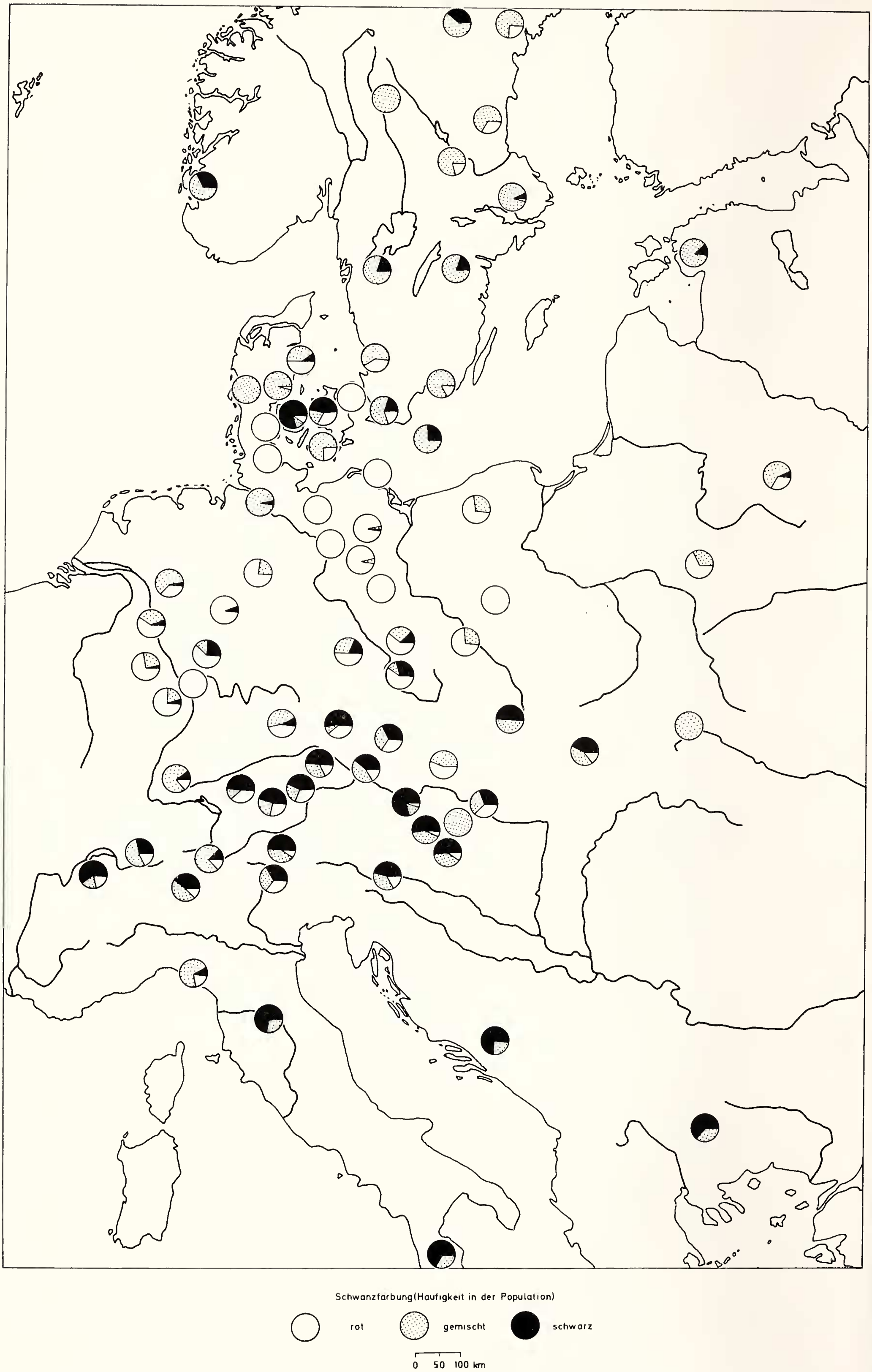


Abb. 6. Häufigkeit des roten, gemischten und schwarzen Schwanztyps in den geprüften Gruppen

Wie der Vergleich zwischen den Mittelwerten zeigt, bestehen trotz der Einschränkung auf einen einzigen Farbtyp noch beachtliche Helligkeitsunterschiede. Der niedrigste Wert ergibt sich mit 4,8 für das Material aus der Münsterländischen Bucht, den höchsten Wert mit 10,0 weisen Eichhörnchen aus Nordfinnland (Pasvig/Svansvik) auf. Recht hohe Werte ergeben sich außerdem für Niederösterreich (7,0), Bialowies (6,6), Südtirol (6,5) und Genua (6,1).

Wie aus dem Verlauf der Isophänen hervorgeht, nehmen die Werte von der Nordseeküste aus zu den Alpen und zur Weichsel hin zu. Es ist eine von Nordwesten nach Südosten bzw. Osten gerichtete Größenzunahme in den Helligkeitswerten zu beobachten.

Ergebnis der Korrelationsrechnung

Die Prüfung der Zusammenhänge zwischen den Farbwerten und den Klimafaktoren ergibt z. T. sehr gut gesicherte Korrelationskoeffizienten (s. Tab.). Die entsprechenden Streuungsdiagramme zeigen jedoch, daß keine strenge Abhängigkeit der Farbwerte von den Klimafaktoren vorliegt (Abb. 4 und 5).

Korrelations- und Determinationskoeffizienten

Schwanztyp	Helligkeit			Sättigung		
	n	r	$r^2 \times 100$	r	$r^2 \times 100$	
alle	86	— 0,384***	16	— 0,056		Jahresmitteltemperatur
rot	51	— 0,543***	25	0,053		
alle	86	— 0,475***	25	— 0,406***	16	durchschnittliche jährl. Niederschlagsmenge
rot	51	— 0,308*	9	0,065		

* $P > 0{,}05$; *** $P < 0{,}001$.

Zur Beschreibung der Stärke der Zusammenhänge zwischen den untersuchten Größen wird der Determinationskoeffizient (r^2) benutzt. Der Determinationskoeffizient ist das Quadrat des Korrelationskoeffizienten. Mit 100 multipliziert ($r^2 \times 100$) drückt er aus, wieviel Prozent von der Veränderung der Variablen a durch die Veränderung der Variablen b erklärbar sind. Die Variabilität der 86 Mittelwerte, bei deren Errechnung alle Schwanztypen berücksichtigt wurden, läßt sich somit folgendermaßen erklären:

16 % von der Variabilität der Helligkeitswerte ist durch die Variabilität der Jahresmitteltemperatur bedingt, 25 % der Variabilität der Helligkeitswerte lassen sich auf die Variabilität der Niederschlagswerte zurückführen.

Die Sättigung weist lediglich einen Zusammenhang mit der durchschnittlichen jährlichen Niederschlagsmenge auf. In diesem Fall können 16 % von der Variabilität der Sättigungswerte durch die Variabiliät der Niederschlagswerte erklärt werden. Der Zusammenhang zwischen Farbwerten und Klimafaktoren ist damit recht gering.

Die Variabilität der 51 Mittelwerte, zu deren Errechnung nur Meßwerte von roten Schwänzen herangezogen wurden, ist ebenfalls nur zum geringen Teil durch die Variabilität der Klimafaktoren bedingt. So ist die Variabilität der Helligkeitswerte zu 25 % durch die Variabilität der Jahresmitteltemperatur erklärbar. 9 % von der Variabilität der Helligkeitswerte sind durch die Variabilität der Niederschlagswerte verursacht.

Diskussion

Wie die Kartierungsergebnisse für die Helligkeitswerte zeigen, ergeben sich je nach der Materialauswahl unterschiedlich gerichtete Gradienten:

Werden alle in der Population auftretenden Schwanztypen zur Mittelwertbestimmung herangezogen, so ergibt sich ein von Südwesten nach Nordosten gerichteter Gradient. Werden dagegen nur rote Schwänze berücksichtigt, so verläuft die Helligkeitsprogression von Nordwesten nach Südosten bzw. von Westen nach Osten. Es fragt sich, wie diese Feststellungen zu interpretieren sind.

Die Berücksichtigung sämtlicher Schwanztypen bei der Bestimmung des Mittelwertes für eine Population muß sich zwangsläufig auf die Höhe des Mittelwertes auswirken. Treten in der betreffenden Population dunkle Schwänze häufig auf, so wird sich ein niedriger Mittelwert ergeben. Sind dagegen dunkle Schwänze selten, so müssen höhere Werte auftreten.

Längs des von Südwesten nach Nordosten gerichteten Helligkeitsgradienten variiert demnach nicht die Helligkeit eines bestimmten Schwanztyps, sondern die zahlenmäßige Häufigkeit, mit der die dunklen Schwanztypen in den verschiedenen Populationen vertreten sind (Abb. 2). Über die prozentuale Häufigkeit, mit der Tiere mit schwarzen Schwänzen in den geprüften Gruppen auftreten, gibt Abb. 6 Auskunft.

Das vorliegende Ergebnis stimmt mit den Feststellungen von Lühring (1928) und Zawidzka (1958) überein, wonach die dunklen Farbtypen in den niederschlagsreicheren Gebirgen auftreten, in den niederschlagsärmeren Ebenen jedoch fehlen. Wie gering aber allem Anschein nach die Abhängigkeit von den Klimafaktoren ist, geht aus den errechneten Determinationskoeffizienten hervor.

Von Amtmann (1965) liegt ein ganz entsprechendes Ergebnis vor. Er hat bei afrikanischen Riesenhörnchen *(Protoxerus stangeri)* den Zusammenhang zwischen dem Auftreten schwarzer Haare im Rückenfell und der Jahresmitteltemperatur sowie der durchschnittlichen jährlichen Niederschlagsmenge untersucht und erhält dabei Werte, die den hier ermittelten gut entsprechen.

Werden bei der Berechnung der Mittelwerte ausschließlich die Meßwerte von roten Schwänzen berücksichtigt, so ergibt sich ein Gradient, der von Nordwesten nach Südosten gerichtet ist. Längs dieses Gradienten variiert die Helligkeit: Von der Küste zum Gebirge hin nimmt die Helligkeit der Rotfärbung zu.

Lubnow (1966) findet bei den afrikanischen Hörnchen *Funisciurus* und *Heliosciurus* entsprechende Verhältnisse. Er vergleicht je ein im Gebirge gefangenes Exemplar mit einem aus der Ebene stammendem. Lubnow kommt zu dem Ergebnis, daß die zwischen Gebirgs- und Tieflandformen auftretenden Farbunterschiede durch Unterschiede in der Färbungsintensität bedingt sind, die das gelbrote Pigment betreffen.

Wie aus dem Determinationskoeffizienten hervorgeht, hat die Jahresmitteltemperatur einen Einfluß auf die Helligkeit: 25 % der Variabilität der Helligkeitswerte sind durch die Variabilität der Jahresmitteltemperatur bedingt. Die Abhängigkeit von der durchschnittlichen jährlichen Niederschlagsmenge ist geringer. Lediglich 9 % von der Variabilität der Helligkeitswerte sind durch die Variabilität der Niederschlagswerte erklärbar. Diese Abhängigkeit ist so gering, daß die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge kaum einen direkten Einfluß auf die Farbausprägung haben dürfte.

Die Ergebnisse entsprechen damit nicht vollständig der Glogerschen Regel, wonach Rassen warmer und feuchter Gebiete stärker pigmentiert sind als solche kühler und trockener Gebiete, stehen aber auch nicht in ausgesprochenem Gegensatz zu ihr. Die Ursache ist darin zu sehen, daß in Mitteleuropa die Gradienten für die Jahresmitteltemperatur und die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge nicht parallel

verlaufen, wie es im Sinne der GLOGERschen Regel der Fall sein müßte, sondern sich schneiden. Leider konnte kein Material aus Ungarn bearbeitet werden. Die Berücksichtigung von Material aus einem ausgesprochen trockenen Gebiet hätte vermutlich genügt, um die Frage nach der Abhängigkeit von den Niederschlagsverhältnissen eindeutig zu beantworten.

Vielleicht sind aber auch noch ganz andere Ursachen für das Zustandekommen dieses Helligkeitsgradienten entscheidend. Nach LÜHRING (1928) tritt das gelbe Pigment bei *Sciurus vulgaris* in zwei Nuancen auf, nämlich in Hellgelb und Rötlich. Nach meinen Beobachtungen scheint die rötliche Nuance weitaus häufiger als die gelbe zu sein. Außerdem ist der Anteil gelber Exemplare in den Populationen unterschiedlich. Bei der Bearbeitung des Materials entstand der Eindruck, daß gelbe Exemplare gerade in solchen Populationen auftreten, in denen auch schwarze Tiere vorkommen. Die Variation innerhalb der Helligkeitswerte ist in solchen Populationen entsprechend hoch (Dresden: 2,0—8,3; Wien: 3,1—10,2; Tab. 4, WILTAFSKY 1973).

Ob jedoch tatsächlich zwei verschiedene rote Pigmente vorliegen oder ob ein und dasselbe Pigment, infolge eines Genaustauschs zwischen schwarzen und roten Eichhörnchen, nur in unterschiedlicher Weise im Haar abgelagert wird, läßt sich ohne Pigmentanalysen und entsprechende Kreuzungsversuche nicht entscheiden. Den bisher vorliegenden Züchtungsergebnissen (WILTAFSKY 1973) ist nur zu entnehmen, daß sowohl bei roten als auch bei schwarzen Eichhörnchen die Ausbildung der Schwanzfärbung von mehreren Genen gesteuert wird.

Zusammenfassung

Die Art *Sciurus vulgaris* ist polymorph, die Fellfärbung variiert von Rot bis Schwarz.

Anhand von 2362 Exemplaren, die aus Europa westlich des 30. Längengrades stammen, wurden die regionalen Unterschiede in der Schwanzfärbung untersucht und die Korrelation zwischen Farbwerten und Klimafaktoren geprüft.

Die Farbe der Schwänze wurde mittels eines elektrischen Remissionsphotometers (Elrepho-Gerät) bestimmt und durch den Helligkeits- und Sättigungswert beschrieben. Die für die verschiedenen Exemplare ermittelten Werte wurden zu 86 Gruppen zusammengefaßt. Für jede Gruppe wurde der Mittelwert bestimmt. Die Kartierung der Mittelwerte zeigt, daß die Helligkeitswerte klinal variieren: Werden die Werte von allen Farbtypen berücksichtigt, so ergibt sich ein Gradient, der von Südwest nach Nordost verläuft. Die niedrigsten Mittelwerte treten in den Alpen, in Süditalien und in Jugoslawien auf, die höchsten in Osteuropa und Nordskandinavien. Die Varianz der Helligkeitswerte ist bedingt durch unterschiedliche Häufigkeiten von Eichhörnchen mit dunklen Schwänzen.

Werden nur die Werte von rotschwänzigen Tieren berücksichtigt, so ergibt sich ein Gradient, der von Nordwesten nach Südosten verläuft. Die niedrigsten Werte treten an der Nordseeküste auf, die höchsten in den Alpen. Die Varianz ist durch Unterschiede bedingt, die die Helligkeit betreffen.

Die Abhängigkeit der Helligkeit und Sättigung von der durchschnittlichen jährlichen Niederschlagsmenge und der Jahresmitteltemperatur ist gering. Im günstigsten Fall können 25 % von der Varianz der Helligkeitswerte durch die Klimafaktoren erklärt werden.

Summary

Regional differences in the colour of tails of Sciurus vulgaris L., 1758

The species *Sciurus vulgaris* is polymorphic, the colour of coat varies from red to black.

Based on 2362 species, collected in Europe, west of the 30. degree of longitude, regional differences in tail colour were studied, and the correlation between colour and climate was proved.

The colour of the tails was measured by an electric remission photometer (Elrepho-Gerät) and was described by the value of brightness (Helligkeit) and the value of saturation (Sättigung). The values of the different individuals were summarized to 86 samples. For each sample the mean was calculated.

Mapping of means shows a clinal variation of the values of brightness: If the values of all typs of colour are taken into consideration, a gradient gets evident which runs from SW to NE. The lowest means are found in the Alpes, in the south of Italy, in Jugoslavia, the highest in the east of Europe and in the north of Skandinavia. The variance is caused by different frequencies of dark-tailed individuals.

If we take into consideration only the values of red-tailed individuals, the gradient runs from NW to SE. The lowest means are found near the coast of the Atlantik, the highest in the Alpes. The variance is caused by differences concerning the brightness. The dependence of brightness and saturation from annual percipitation and annual temperature seems to be small. At the best only 25 % of the variance of brightness are explained by the conditions of climate.

Literatur

Amtmann, E. (1965): Zur geographischen Farbvariation des afrikanischen Riesenhörnchens *Protoxerus stangeri* (Waterhouse, 1842). Eine quantitative Untersuchung zur Glogerschen Regel. Z. Morph. Ökol. Tiere **55**, 515—529.

Cavazza, F. (1913): Studio intorno alla variabilita dello *Sciurus vulgaris* in Italia. Atti R. Accad. Lincei — Classe Sc. Fis. e Nat. Sez. 5, IX, 504—593.

Flik, B. J. (1964): Verslag van de werkzaamheden verricht op het zoologisch museum tydens een onderzoek over de systematische plaats van de nederlandse eekhorn (*Sciurus vulgaris* L.). Nicht veröffentlichte Examensarbeit.

Kniprath, E. (1967): Untersuchungen zur Variation der Rückenfärbung der beiden Meisen *Parus montanus* und *Parus palustris*. J. Ornithologie **108**, 1—46.

Lubnow, E (1966): Farbuntersuchungen an Eichhörnchen aus verschiedenen Höhenlagen des Kamerungebirges. Bonner zool. Beiträge **17**, 45—52.

Lubnow, E.; Niethammer, G. (1964): Zur Methodik von Farbmessungen für taxonomische Untersuchungen. Zool. Anz. **27**, Supplementband, 646—663.

Lühring, R. (1928): Das Haarkleid von *Sciurus vulgaris* L. und die Verteilung seiner Farbvarianten in Deutschland. Z. Morph. Ökol. Tiere **11**, 667—761.

Markov, G. (1961): Zur Variabilität der Färbung des Eichhörnchens in Bulgarien. Z. Säugetierkunde **26**, 59—60.

Sidorowicz, J. (1971): Problems of Subspecific Taxonomy of Squirrels (*Sciurus vulgaris* L.) in Palaearctic. Zool. Anz. **187**, 123—142.

Valverde, J. A. (1967): Notas sobre vertebrados. III. Nueva ardilla del S. E. espanol y consideraciones sobre las subspecies peninsulares Bol. R. Soc. Espanola Hist. Nat. (Biol.) **65**, 225—248.

Voipio, P. (1957): Über die Polymorphie von *Sciurus vulgaris* L. in Finnland. Ann. Zool. Soc. Vanamo **18**, 1—24.

Wiltafsky, H. (1973): Die geographische Variation morphologischer Merkmale bei *Sciurus vulgaris* L., 1758. Diss. Köln.

Zawidzka, E. (1958): Geographical distribution of the dark phase of the squirrel (*Sciurus vulgaris fuscoater* Altum) in Poland. Acta Theriol. **2**, 159—174.

Anschrift des Verfassers: Dr. Herbert Wiltafsky, Zoologisches Institut der Universität Köln, Weyertal 119, D 5000 Köln 41